



新世纪高等学校教材

地理科学系列教材

自然资源评价教程

谢云 符素华 邱扬 苏筠 编著

ZIRAN ZIYUAN PINGJIA JIAOCHENG



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

新世纪高等学校教材

地理科学系列教材

自然资源评价教程

ZIRAN ZIYUAN PINGJIA JIAOCHENG

谢 云 符素华 邱 扬 苏 筠 编 著



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

自然资源评价教程/谢云等编著. —北京: 北京师范大学出版社, 2009.9

(地理科学系列教材)

ISBN 978-7-303-10026-2

I. 自… II. 谢… III. 自然资源—评价—高等学校—教材 IV. X37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 086605 号

营销中心电话	010-58802181 58808006
北师大出版社高等教育分社网	http://gaojiao.bnup.com.cn
电子邮箱	beishida168@126.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn

北京新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印刷: 北京新丰印刷厂

经销: 全国新华书店

开本: 170 mm × 230 mm

印张: 22.5

字数: 373 千字

版次: 2009 年 9 月第 1 版

印次: 2009 年 9 月第 1 次印刷

定价: 34.00 元

策划编辑: 胡廷兰 责任编辑: 胡廷兰

美术编辑: 高霞 装帧设计: 高霞

责任校对: 李 菡 责任印制: 李 丽

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010 58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010 58800825

目 录

第一章 概 述 /1

第一节 自然资源的概念与基本属性	1
一、自然资源的概念	1
二、自然资源的基本特性	2
三、自然资源的分类	3
四、自然资源的地位与作用	4
第二节 自然资源评价	6

第二章 气候资源评价 /9

第一节 太阳辐射资源	10
一、辐射的基本理论	10
二、太阳辐射资源特点与利用	13
三、太阳辐射资源计算	18
四、地表与大气辐射计算	28
五、太阳辐射资源评价	30
第二节 热量资源	35
一、地球能量平衡与热量资源	35
二、热量资源评价指标	37
三、热量与作物生长模拟	42
四、热量资源的农业评价	46
第三节 降水资源	49
一、水分循环与降水资源	49
二、降水资源评价指标	53

三、降水资源的农业评价	69
第四节 风能资源	75
一、风能资源的特点	75
二、风能资源的利用	76
三、风能资源的计算	78
四、风能资源的评价	81
第五节 农业气候资源评价	82
一、中国农业气候资源评价方法	82
二、中国农业气候资源和农业气候区划	93
三、中国作物气候资源评价	97

第三章 水资源评价 /114

第一节 水资源概述	114
一、水资源的定义	114
二、水资源的特点	116
三、水资源评价的内容	118
第二节 资料的搜集与分析	119
一、基本资料的搜集	119
二、基本资料的审查与分析	120
三、资料的插补延长	133
第三节 地表水资源量	135
一、降水量	136
二、蒸发量	139
三、河川径流量	143
第四节 地下水资源量	149
一、地下水资源概述	149
二、平原区地下水资源量的计算	150
三、山丘区地下水资源量的计算	163
四、地下水可开采量	167
五、不同频率代表年的地下水资源量	167
第五节 水资源总量	168
一、区域多年平均水资源总量	168

二、不同频率水资源总量	169
三、地下水开采条件下水资源总量	170
第六节 水环境质量评价	171
一、水质指标	171
二、水环境质量评价标准	172
三、水环境质量评价方法	172
第七节 水资源现状与可持续利用	175
一、世界水资源现状	175
二、中国水资源现状	178
三、水资源开发利用的生态与环境问题	182
四、水资源开发利用与社会经济发展	184

第四章 生物资源评价 /188

第一节 生物资源概述	188
一、生物资源的概念与类型	188
二、生物资源的特征与评价原则	189
三、生物资源的层次与利用评价	194
四、生物资源的价值构成与评价方法	202
第二节 森林资源评价	205
一、森林资源的概念、类型与分布特征	205
二、森林资源的调查与计算	208
三、森林资源评价与可持续利用	231
第三节 草地资源评价	247
一、草地资源的类型、特征与分布	247
二、草地资源的调查与计算	250
三、草地资源的评价与可持续利用	254
第四节 农业资源评价	265
一、农业资源的特征与分布	265
二、农业资源的调查与计算	268
三、农业资源评价与可持续利用	271

第五章 土地资源评价 /283

第一节 土地资源评价概述	283
一、土地资源的概念	283
二、土地资源的特性	285
三、土地评价的内涵	286
四、影响土地质量的基本因素	291
第二节 土地资源的分类与调查	297
一、土地资源的分类	297
二、土地资源调查	303
三、土地资源调查制图	307
第三节 土地潜力评价	311
一、土地生产潜力评价	311
二、土地利用潜力评价	312
第四节 土地适宜性评价	315
一、联合国粮农组织的《土地评价纲要》	316
二、适宜性评价的方法	318
三、《中国 1:100 万土地资源图》的土地适宜性评价	324
第五节 土地经济评价	325
一、常用的土地经济评价指标	326
二、农用地经济评价	326
三、城镇土地分等定级	329
四、城镇土地估价	332
第六节 土地持续利用评价	335
一、土地生态评价	335
二、土地集约利用评价	339
三、土地持续利用评价	341

附 录 /346

第一章 概 述

第一节 自然资源的概念与基本属性

一、自然资源的概念

自然指天然的、非人为的。资源是创造人类社会财富的源泉，一般分为自然资源和社会资源两类。被称为“政治经济学之父”的英国古典经济学家威廉·配第早在 300 多年前就指出：“劳动是财富之父，土地是财富之母。”恩格斯在《自然辩证法》中也指出：“劳动与自然界一起才是财富的源泉。自然界为劳动提供材料，劳动把材料变为财富。”由此可见，广义的资源应包括自然资源与劳动力资源两个基本要素。

人的劳动不仅建立了人与自然界之间的物质转换关系，而且使自然界某些部分成为自然资源。因此，自然资源是由人而不是由自然来界定的。人类社会发展的实质就是世代认识和利用自然资源的过程。从这个意义上说，自然资源是动态的，没有已知的或固定的极限。

目前自然资源的定义很多，《辞海》一书中关于自然资源的定义是：“泛指天然存在的并有利用价值的自然物，如土地资源、矿产资源、水利资源、生物资源、海洋资源等，是生产的原料来源和布局场所。”联合国环境规划署提出，自然资源是指在一定时间条件下，能够产生经济价值以提高人类当前和未来福利的自然环境因素的总称。《大英百科全书》提出，人类可以利用的自然生成物，以及形成这些成分的源泉的环境功能，称为自然资源。前者有土地、水、大气、矿产、生物等，后者有太阳能、生态系统机能、地球物理化学循环机能等。我国有的学者认为，一定技术条件下，能为人类带来福利的自然物质和能量的总合，就是自然资源。

虽然上述表述各不相同，但本质是一致的，即自然资源包含两个方面：一是具有使用价值，即对人类有用，从而产生需求。二是在一定的知识和技术条件下，人类可以获得。这就使得自然资源具有动态性，而且与人类社会的发展

密切相关，随着生产力水平的不断提高和科学技术手段的不断进步，其范畴将不断扩大。

二、自然资源的基本特性

（一）自然资源的有效性

根据自然资源的概念或本质，不言而喻，自然资源首先必须具有开发利用价值，能够满足人类的需要。自然资源的利用方式多种多样：第一，直接消费，例如木柴、家庭用水等；第二，作为中间加工的原料，如铁矿石、陶土等；第三，中间加工过程的消费性利用，如在制造业和运输业中消耗的燃料，在畜牧业中消耗的饲料；第四，原位利用，如开辟国家森林公园、河流航运等（封志明，2004）。

（二）自然资源的有限性和稀缺性

有限性是针对自然资源的客观存在而言，地球本身的有限性决定了自然资源的有限性。对于远古人类而言，森林资源似乎是无限的，然而当今世界已经面临森林资源短缺的威胁，更为严峻的是森林资源的短缺带来了生态系统功能的失调，而生态系统功能已经成为人类生存不可缺少的功能性资源。这种变化，一方面是由于森林资源本身的有限，另一方面是由于人类利用程度的增强。当人类利用数量超过自然资源数量，或人类利用强度超过自然资源更新速度的时候，自然资源的有限性就变得十分突出，以至稀缺。正是自然资源的有限性和稀缺性，决定了自然资源的价值。

（三）自然资源的整体性

自然资源是地球自然环境系统中的组成部分，参与系统的各种过程，因此各种自然资源相互作用、相互协调而构成一个有机整体。一种资源遭到的破坏，会通过系统的相互作用波及其他资源。如人类对森林资源的过度砍伐，不仅带来了森林资源数量的短缺，同时破坏了与此相关的生态系统，导致水土流失加剧、生物多样性锐减等，在半干旱和半湿润地区还导致土地荒漠化。从全球系统来说，大面积砍伐热带森林资源，还会破坏全球碳循环系统，使大气中二氧化碳浓度升高。因此，自然资源的整体性决定了人类在过度利用自然资源时，破坏的不仅仅是资源的物质属性，导致资源的匮乏与短缺，更影响自然资源的功能属性，造成人类生存条件的恶化。更为重要的是，被破坏的功能属性往往需要漫长的时间才能恢复，有的甚至难以恢复。

(四) 自然资源的时空分布不均匀性

自然资源的形成和演变是地球系统形成和演变的结果。它只在一定的时间和特定的区域出现,这决定了自然资源时空分布的不均匀性,从而也加剧了资源的有限性和稀缺性。如一个地区的水资源数量主要由该地区的大气降水、地下水、冰川融水等决定,这些水源的多寡决定了地区水资源量的丰缺。人类社会初期都是逐水而居的,这揭示了水资源的重要性。到了生产力已经十分发达的今天,水资源丰沛与否依然在很大程度上主宰着人类居住区的分布。除了地域上的不均匀外,降水或冰川融水的季节性变化还会带来水资源丰、枯的变化,如年内的丰水期和枯水期,年际间的丰水年、平水年和枯水年,甚至在更长的时间尺度上,还会有相对丰水或枯水时段的准周期变化。自然资源空间分布的不均匀性表现为地带性和非地带性特征,包括自然资源的种类及其组合、数量、质量、特性等各方面的区域差异。目前,人类的生产和生活依然在很大程度上依赖于自然资源,因此自然资源的地域分布特点往往决定了地区的经济特征,如矿业、林业、畜牧业等集中产区也是相关资源的集中地。

(五) 自然资源的多用性

一种资源可以提供多种用途。如水资源既可用于生产(工业、农业、能源、交通等)活动,又可用于生活(饮用、娱乐、观赏等)活动。从自然资源所起的作用看,可将其分为物质性资源 and 功能性资源。前者是指自然资源作为物质投入,直接参与生产过程。后者则指自然资源作为自然环境的组成部分,表现出的属性或过程,如物质循环过程、能量循环过程等,直接影响人类的生产和生活环境。许多自然资源往往兼有物质属性和功能属性。在分析自然资源的数量和质量状况时,应针对不同的属性采用不同的评价原则和指标体系。就自然资源的有限性而言,物质性资源往往表现为数量上的限制,功能性资源往往表现为环境容量的限制。

总之,自然资源既是地球表层环境系统的组成部分,又直接或间接参与人类的生活和社会经济活动,并随同人类社会的发展而不断被加深认识和加强利用。因此它既符合自然规律,具有自然属性,又符合经济规律,具有社会属性。前者指导人们认识自然资源的形成、发展和演化,后者指导人们认识、开发和利用自然资源带来的福利效益。

三、自然资源的分类

自然资源种类可以从不同的角度进行划分,目前应用较多的分类包括:地

理分类、特征分类和利用分类。

地理分类是按照形成自然资源的各种地理要素，将自然资源分为气候资源、水资源、生物资源、土地资源、矿产资源和海洋资源。这是应用较多的一种分类方法，对于理解自然资源的形成和自然属性具有重要意义。根据各种资源分布圈层的不同，又可将其进一步分为地上资源(气候资源)、地表资源(水资源、生物资源和土地资源)、地下资源。一个地区自然资源的优劣与否往往取决于这三部分资源的数量、质量状况及其配置组合。

特征分类是按照自然资源本身所固有的属性进行分类，可将其分为耗竭性资源和非耗竭性资源。耗竭性资源包括可更新资源(可再生资源)和不可更新资源(不可再生资源)，前者如土地资源、生物资源，后者如矿产资源。值得注意的是，自然资源的可更新性与其本身的更新速度和人类的利用速度有着密切关系，同时也与时间尺度有关。如矿产资源的形成往往需要经过亿年以上的时间尺度，相对于人类历史而言，它属于不可更新的资源，人类一旦将其消耗殆尽，它便不复存在。然而相对于地球的演化过程而言，矿产资源是地球系统不断演化的结果，又具有可更新性。考虑到自然资源是针对人类的利用而言的，因此可更新性的时间尺度往往被限定在千年尺度以内，这样以土壤为核心的土地资源也就被看作不可更新资源。非耗竭性资源包括恒定性资源(如气候资源、潮汐能、原子能等)与易误用性资源(如水资源、自然景观的旅游资源等)。前者一般不会因为人类的利用发生质的变化，后者则会受到人类活动的影响。当人类利用不当时，会发生质的变化。

利用分类是根据人类不同的利用方向，主要从生产活动的角度，将自然资源按经济部门进行分类，如农业资源、工业资源、能源、旅游资源等。

此外还可以按照其他特征对自然资源进行分类。如按自然资源存在形态和运动形式，可将其分为储藏性资源(或固体性资源)和流动性资源(或液态、气态及能量流资源)。总之，研究或应用目的不同，往往采用不同的分类方法。本书按地理分类方法，针对四种主要资源(气候资源、水资源、生物资源和土地资源)的自然属性和人类利用，进行数量和质量评价。

四、自然资源的地位与作用

(一) 人类社会的发展史就是对自然资源开发和利用的历史

人类为了生存需要进行生活与生产实践活动，由此对自然资源的认识和利用不断加强。农业社会阶段，依赖人自身的体力与石器、棍棒，人们开始驯养野生动物、栽培野生植物和刀耕火种，形成了雏形农业，供衣、食、行之用，

这时人类对自然资源的利用只能实现维持人类自身生存的基本目标。随着兽力的使用和金属农具的发明,土地可以被翻耕,作物产量提高得以实现,真正的农业诞生,这时人类有能力耕种和开发大片的土地。位于干旱地区的人类更是通过挖掘水渠引水灌溉农田,不仅实现了水资源的利用,而且保证了收获足够的粮食。17世纪中叶发端于英国的工业革命,使人类社会进入工业化时代,自然资源的开发利用进入了新的发展阶段:以煤和石油为标志的能源成为各行各业必不可少的动力源,从而极大地提高了社会生产力水平,进而促进了世界范围的商品流通和贸易。虽然20世纪80年代以后,人类社会开始步入信息化时代,但迄今依然极大地依赖于诸如石油、煤、天然气、各种金属等自然资源。

人类社会的发展过程中对自然资源利用深度、广度和水平的不断提高,也带来了一系列全球性资源环境问题,诸如水土流失、荒漠化等对土地资源的严重破坏,森林资源和生物多样性的锐减,人口不断增长带来的土地资源、水资源的日益短缺,温室气体排放导致的全球变暖,工农业废物排放导致的环境污染等。解决好人类社会与自然、资源、环境相互协调的问题是人类社会进一步发展的前提。

(二) 自然资源是生产力发展的基础

自然资源作为生产力发展的基础主要表现在四个方面:①自然资源的丰富程度在很大程度上决定着区域经济结构;②自然资源的分布状况对生产力布局有着重要影响;③自然资源的质量状况直接影响经济效益;④自然资源的稀缺程度是经济发展的制约因素。

区域经济结构是指国民经济各部门、各地区、各种经济成分和组织、社会再生产各方面的构成及其相互关系,它是多种因素综合影响的结果,如历史发展背景、社会制度、自然条件、区位因素等。其中以自然资源为核心的自然条件由于其客观存在和不易改变之特性,成为各种因素中非常重要的方面,在很大程度上决定着区域的主体经济结构,如按自然资源自给状况划分,目前世界各国的经济结构大体有三类:以加工工业为主导产业的国家,以矿业开发为主导产业的国家,资源生产和加工工业并重的国家(封志明,2004)。

自然资源的分布状况从三个方面影响生产力布局:一是自然资源分布的地理位置决定了生产布局位置。如中东地区丰富的石油资源使其成为全球能源的开发地;亚热带和温带广大的平原区造就了世界主要粮食生产地区,如美国中部平原,我国东北、华北和长江中下游平原等。二是自然资源的分布状况决定了生产的基础条件。分布集中、易于开采利用的资源分布状况无疑提供了良好

的基础条件,可降低开发成本。三是多种资源的地域组合状况决定了生产结构与规模。

自然资源质量状况是相对于开发利用目的而言的,因此其质量好坏是相对的,一般而言开发成本低的自然资源被认为是质量好的资源。对某种开发利用而言,如果自然资源质量好,会使其开发利用的流程简单、周期短、投入少、产出多,经济效益就高;反之,生产流程复杂、周期长、投入多、产出少,经济效益就低。

自然资源的稀缺程度受其丰富程度和空间分布状况的影响,而且随着人类社会对资源的不断耗竭,稀缺资源的种类、范围和程度不断增大。这种稀缺会导致生产成本的提高,成为经济发展的制约因素。

(三) 自然资源是影响地区、国家间关系的重要因素

人类社会发展经历了许多以资源掠夺为目的的战争,早期氏族领地的扩张实质就是对资源的争夺。进入现代化的今日,无论是20世纪70年代的中东战争,还是90年代的海湾战争,也都离不开对自然资源的需求,全球化趋势表现为各国间的经济联系越来越广泛和紧密,以及以资源、产品为纽带的相互依赖。

第二节 自然资源评价

自然资源评价是按照一定的评价原则或依据,对一个国家或区域的自然资源的数量、质量、地域组合、空间分布、开发利用、治理保护等进行定量或定性的评定和估价。自然资源评价以自然资源的考察研究工作为基础,是自然资源合理利用的前提条件和依据所在。其目的是从整体上揭示自然资源的优势与劣势,指出资源开发利用潜力的大小、限制性及限制强度,提出开发利用和治理保护的建议,为充分发挥自然资源的多种功能和综合效益提供科学依据。

人类对自然资源的认识和开发利用,经历了漫长的发展历程。纵观人类对自然资源利用的发展历史,大致可以分为三个阶段。

- 原始的自然崇拜和初步利用阶段。此时人类并没有自然资源的概念和意识,而是在对自然的依存中,逐步学会认识和适应自然。最具代表性的便是人类为获取基本的食物所从事的活动。从以原始采集、狩猎为生,逐步发展到掌握种植和养殖技术,并在比较适宜的气候带内的大河流域,如尼罗河、恒河、幼发拉底河、底格里斯河、黄河等流域,创造了最早的农业文明。这是早期的

人类对气候资源和土地资源的认识与利用。

- 大规模开发利用阶段。该时期社会生产力得到很大的发展,人类不仅有了自然资源的概念,而且借助技术进步,开始对自然资源进行积极主动的利用,自然资源的利用率大大提高,并因此进一步刺激生产力水平的提高。该时期的突出标志便是煤的广泛利用以及蒸汽机的发明(它成为第二次产业革命的开端)。人类只是关注自然资源利用所带来的巨大效益,并没有意识到由此带来的不利影响,更不会考虑到自然资源的有限性问题,因此这一时期人类对自然资源的利用是掠夺式的。当这种掠夺式利用的累积性效应在20世纪20~60年代表现出来时,人类已经为此付出了沉重的代价:环境污染、生态平衡破坏、自然资源短缺等已成为威胁人类生存和社会发展的问題。

- 持续利用阶段。因面临自然资源利用不当带来的全球性资源问题与环境问题,人类重新审视自己,由此刺激了自然资源科学的产生和蓬勃发展,自然资源的可持续利用被普遍接受。自20世纪60年代以来,有关资源与环境问题的全球研究计划陆续开展,如人与生物圈(MAB)、国际地圈—生物圈计划(IGBP)、全球变化的人类影响计划(HDP)。这些计划无一例外地以寻求对自然资源的可持续利用和人类社会的可持续发展为目标。人们已经认识到自然资源不仅是人类生产和生活活动的对象,而且与人类及其居所环境共同组成了一个相互依存、相互作用的有机整体。现代科学技术的发展,尤其是对非耗竭性资源利用技术的提高,为自然资源的可持续利用提供了可能。

在人类对自然资源的利用史上,关于自然资源的利用前景,曾出现过悲观论和乐观论两种截然不同的观点。以马尔萨斯为代表的悲观者认为,有限的自然资源与无限增长的人口之间的矛盾,必然导致国民收入下降,直至饥饿、灾难、战争出现,使人口下降,最终资源与人口重新达到平衡。伴随资源的不断耗竭,还会带来严重的生态环境问题。乐观者则认为,市场经济的调节和社会技术的不断进步,会缓解自然资源供给与需要之间的矛盾。当资源数量减少时,生产成本会提高,促使资源价格上涨,重新达到供需平衡。随着资源价格的上涨,会带来一系列新的结果:①消费者会转向新的更为便宜的替代品,或者有效利用资源,以减少对资源的需求。②价格上涨以及资源的稀缺,会成为技术革新的动力,促使新的替代品和节流措施的出现,以减少供需矛盾。③新资源、新储量的发现,或者改进开采技术,提高原有资源的利用率。总之乐观者并不否认资源的有限性和耗竭,但是坚信人类社会的发展和技术的进步,最终会抵消资源的供需矛盾。

面对尚无法准确预测未来的实际情况,在当前技术水平下,科学评价自然

资源,既具有现实意义,又具有历史意义。它不仅可以协调当前资源与经济发展之间的供需关系,而且有助于解决人类社会的可持续发展问题。

对自然资源的评价应遵循以下原则。

- 以人类的利用为核心。只有当自然环境中的物质或能量为人类所利用时,才称其为资源。因此对于自然资源的评价,必然涉及人类的利用。资源在被利用过程中,由于利用目的不同,有不同的标准。以水资源为例,由于饮用水和农业灌溉用水的水质要求不同,在进行二者水质评价时,应采用不同的标准。

- 遵循经济规律。资源实质是一种特殊的商品,它参与经济活动,因此必然遵循经济活动规律:即以最小的投入,获得最大的经济效益。在进行自然资源的开发和利用时,应考虑资源本身所具有的价值以及投入其上的劳动。

- 遵循自然规律。自然资源是自然环境的组成部分,它的形成、分布、特性及其演化等必然遵循自然规律。尤其是作为物质性资源的数量以及作为功能性资源的性质,都在很大程度上既受制于自然环境,又对环境具有重要影响。人类开发和利用自然资源时,既要考虑数量的限制,又要考虑对环境的影响,进行生态适宜性评价。

- 遵循区域综合性规律。自然资源及其环境是一个有机整体,并且分布在特定的区域。区域之间具有明显的差异,应根据特定区域内资源的数量、质量及其配置,结合区域自然条件和经济水平,进行综合开发和利用。

- 评价结果应以实用性为目标。进行自然资源评价的目的,是为了科学地开发和利用自然资源。因此评价自然资源所采用的指标体系、评价方法等,应在保证科学性的前提下,既便于获得数据,又易于操作。

参考文献

- 夏征农. 1999. 辞海[M]. 上海:上海辞书出版社.
- 孙鸿烈. 2000. 中国资源科学百科全书[M]. 北京:中国大百科全书出版社,石油大学出版社.
- 蔡运龙. 2000. 自然资源学原理[M]. 北京:科学出版社.
- 封志明. 2004. 资源科学导论[M]. 北京:科学出版社.
- 朱迪·丽丝. 2002. 自然资源:分配、经济学与政策[M]. 蔡运龙,杨友孝,秦建新,等译. 北京:商务印书馆.
- 包浩生,彭朴拙. 1993. 自然资源学导论[M]. 南京:江苏教育出版社.

第二章 气候资源评价

气候是地球上生物有机体(包括人类)赖以生存和发展的基本条件,又是人类从事生产、生活活动的重要环境因素。随着科学技术的发展,气候条件中的物质和能量被人们加以利用而成为一种资源。因此,气候资源是指有利于人类生产和生活活动的气候条件,包括太阳辐射能、热量、降水和风能。

气候资源具有以下特点:①无须进入市场交易而为人类所共有;②在各种自然资源中,气候资源的属性最易发生变化,而且变化强度最大;③气候资源时空分布不均匀,它的时空变化特点在很大程度上决定了其他自然资源(如水资源、生物资源、土地资源等)的形成、时空分布等特征;④在当前生产力水平下,人类以适应和利用气候资源为主,只能在有限的范围内对气候资源施加影响。

当气候资源适宜为人类所用时,它形成自然生产力,反之则成为破坏生产力的灾害。

人类最早的经济活动是农业生产。正是在这一实践过程中,人们逐渐认识气候资源及其对农业生产的重要性,建立起它们之间的密切关系,如物候的描述、农历与农时、适宜农作物的选择与栽培等。科学技术发展到今天,农业生产仍然在很大程度上依赖于气候资源。光照、气温、雨量、湿度、风力等依然是决定农业管理、农作物产量和质量的重要因素;农作物播种时间、套种品种、灌溉需水量估计、灾害预防等农事活动的安排,都与气候资源的时空变化密切相关。以区域气候资源特点为基础的农业区划,是充分发挥农业气候资源优势、确定合理农业生产结构、进行合理农业生产布局、提出有效农业技术措施的重要依据。气候资源在工业生产中也具有重要作用,如工业生产中的用水大部分源于河流、湖泊、水库或地下水,水量多少主要受制于气候条件。而工业生产排放的废水、废气、废渣等不仅本身会受气候条件影响,而且这些废物还能通过改变大气成分,导致气候变化。总之,气候资源对人类的生活和经济活动具有重要意义。

第一节 太阳辐射资源

一、辐射的基本理论

(一) 辐射的概念与物理量表示

自然界中的一切物体都在以电磁波的方式向四周放射能量，这种放射能量的方式被称为辐射，放射的能量被称为辐射能，简称辐射。所有电磁波均按光速(真空中为 $2.997\ 93 \times 10^8\ \text{m/s}$)以波的形式传输，但波长变化范围大，其量级为 $10^{-6} \sim 10^9\ \mu\text{m}$ ，由 γ 射线、X 射线、紫外线、红外线、微波、无线电波等共同形成电磁波谱。

描述辐射能的主要物理量有辐射通量、辐射通量密度、辐射强度(表 2-1)。辐射通量是指单位时间内通过某面积元各种波长电磁波的总能量，用焦耳/秒(J/s)或瓦(W)表示。单位面积的辐射通量被称为辐射通量密度，又称辐照度，单位为瓦/米²(W/m²)。为了区分物体放射和接收的辐射能，将某一放射面发出的辐射通量密度或辐照度称为辐射出射度，简称辐出度。接受面接收的辐射能用辐亮度表示。接收的辐射受入射辐射的方向影响，因此辐亮度是指单位时间垂直于入射方向单位立体角的辐射通量密度，一般多将此称为辐射强度，单位为瓦/米²(W/m²)。

表 2-1 表征辐射能的主要变量

辐射量	单位	曾用单位
辐射通量	J/s 或 W	
辐射通量密度、辐射出射度	W/m ²	cal/(cm ² ·min)
辐亮度、辐射强度	W/m ²	cal/(cm ² ·min)

注：1 W = 1 J/s，1 cal = 4.186 8 J，1 cal/(cm²·min) = 697.8 W/m²，下同。

(二) 辐射的吸收、散射、反射与透射

辐射通过某种物质时，会发生吸收、散射与反射等过程。

吸收是指通过物质的辐射，一部分被用来改变该物质中各种粒子如电子、原子核等的运动状态。如植物吸收光能，通过改变其原子分子的电子状态，而将光能转化为生物化学能；地物表面吸收太阳辐射后，通过改变其分子的运动状态，而将辐射能转化为内能，表现为温度升高。

散射是指辐射传输过程中遇到物质微粒，被这些粒子提取一部分能量后，